

**MACHINE-ASSISTED TRANSLATION (MAT):**

(19) 【発行国】 日本国特許庁 ( J P )	(19)[ISSUING COUNTRY] Japan Patent Office (JP)
(12) 【公報種別】 公開特許公報 ( A )	(12)[GAZETTE CATEGORY] Laid-open Kokai Patent (A)
(11) 【公開番号】 特 開 2003-315825(P2003-315825A)	(11)[KOKAI NUMBER] Unexamined Japanese Patent 2003-315825(P2003-315825A)
(43) 【公開日】 平成 1 5 年 1 1 月 6 日 ( 2 0 0 3 . 1 1 . 6 )	(43)[DATE OF FIRST PUBLICATION] November 6, Heisei 15 (2003. 11.6)
(54) 【発明の名称】 液晶光学素子	(54)[TITLE OF THE INVENTION] Liquid-crystal optical element
(51) 【国際特許分類第 7 版】 G02F 1/1347 C09K 19/38 G02F 1/139 1/141	(51)[IPC INT. CL. 7] G02F 1/1347 C09K 19/38 G02F 1/139 1/141
【 F I 】 G02F 1/1347 C09K 19/38 G02F 1/139 1/141	【FI】 G02F 1/1347 C09K 19/38 G02F 1/139 1/141
【審査請求】 未請求	[REQUEST FOR EXAMINATION] No
【請求項の数】 1 2	[NUMBER OF CLAIMS] 12

【出願形態】 O L

[FORM of APPLICATION] Electronic

【全頁数】 8

[NUMBER OF PAGES] 8

(21) 【出願番号】

(21)[APPLICATION NUMBER]

特

願

Japanese

Patent

Application

2002-126614(P2002-126614)

2002-126614(P2002-126614)

(22) 【出願日】

(22)[DATE OF FILING]

平成 1 4 年 4 月 2 6 日 ( 2 0 0  
2 . 4 . 2 6 )

April 26, Heisei 14 (2002. 4.26)

(71) 【出願人】

(71)[PATENTEE/ASSIGNEE]

【識別番号】

[ID CODE]

000005049

000005049

【氏名又は名称】

[NAME OR APPELLATION]

シャープ株式会社

Sharp Corp.

【住所又は居所】

[ADDRESS OR DOMICILE]

(72) 【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】

[NAME OR APPELLATION]

芝原 靖司

Shibahara Yasushi

【住所又は居所】

[ADDRESS OR DOMICILE]

(72) 【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】

[NAME OR APPELLATION]

宮地 弘一

Miyachi Koichi

【住所又は居所】

[ADDRESS OR DOMICILE]

(74) 【代理人】

(74)[AGENT]

【識別番号】

[ID CODE]

100101683

100101683

【弁理士】

[PATENT ATTORNEY]

【氏名又は名称】

[NAME OR APPELLATION]

奥田 誠司

Okuda Seiji

【テーマコード (参考)】

[THEME CODE (REFERENCE)]

2H088

2H088

2H089

2H089

4H027

4H027

【F ターム (参考)】

[F TERM (REFERENCE)]

2H088 GA02 GA04 HA01

2H088 GA02 GA04 HA01 HA02 HA03 HA18

HA02 HA03 HA18 JA17 KA02

JA17 KA02 KA27 MA07

KA27 MA07

2H089 HA29 QA16 SA16 TA04 TA07 TA17

2H089 HA29 QA16 SA16 TA04

4H027 BA01 BA06 BA07 BA13 BA16 BD11

TA07 TA17

BD12 BD21 BD24

4H027 BA01 BA06 BA07 BA13

BA16 BD11 BD12 BD21 BD24

(57) 【要約】

(57)[ABSTRACT OF THE DISCLOSURE]

【課題】

[SUBJECT OF THE INVENTION]

視野角および開口率が大きいと共に、材料の選択肢が広く、製造が容易な液晶光学素子を提供する。

While viewing angle and opening rate are large, liquid-crystal optical element alternative of material is large and manufacture is easy is provided.

## 【解決手段】

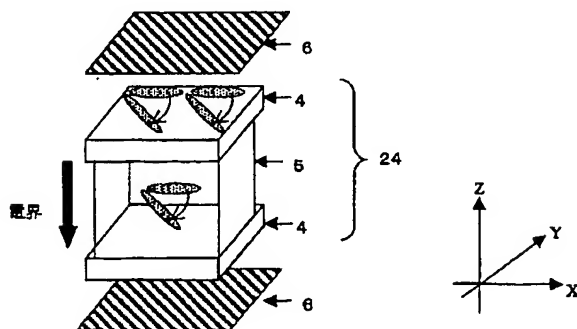
本発明の液晶光学素子は、一対の電極と、一対の電極の間に配置された液晶層 24 とを有する液晶光学素子であり、液晶層 24 は、第 1 の液晶層 4 と、第 1 の液晶層 4 に対して一対の電極の面の法線方向に隣接して配置された第 2 の液晶層 5 とを有し、第 1 の液晶層 4 は、重合性組成物を重合して生成された高分子および、液晶材料を含み、第 2 の液晶層 5 の配向状態は、第 1 の液晶層 4 の配向状態によって制御される。

## [PROBLEM TO BE SOLVED]

Liquid-crystal optical element of this invention is liquid-crystal optical element which has liquid-crystal layer 24 arranged between a pair of electrode and a pair of electrode.

Liquid-crystal layer 24 has 2nd liquid-crystal layer 5 arranged to 1st liquid-crystal layer 4 and 1st liquid-crystal layer 4 adjacent to the direction of normal line of surface of a pair of electrode.

Orientation state of 2nd liquid-crystal layer 5 is controlled by orientation state of 1st liquid-crystal layer 4 including giant-molecule formed by 1st liquid-crystal layer 4 polymerizing polymerizable composition, and liquid-crystal material.



## 【特許請求の範囲】

## [CLAIMS]

## 【請求項 1】

一対の電極と、前記一対の電極の間に配置された液晶層とを有する液晶光学素子であって、前記液晶層は、第 1 の液晶層と、前記第 1 の液晶層に対して前記一対の電極の面の法線方向に隣

## [CLAIM 1]

It is liquid-crystal optical element which has a pair of electrodes and a liquid-crystal layer placed between said pair of electrodes, in which said liquid-crystal layer has 1st liquid-crystal layer and 2nd liquid-crystal layer arranged to said 1st liquid-crystal layer adjacent to the

接して配置された第2の液晶層とを有し、

前記第1の液晶層は、重合性組成物を重合して生成された高分子および、液晶材料を含み、前記第2の液晶層の配向状態は、前記第1の液晶層の配向状態によって制御される液晶光学素子。

direction of normal line of surface of said pair of electrodes,

said 1st liquid-crystal layer contains giant-molecule formed by polymerizing in polymerizable composition, and liquid-crystal material,

and orientation state of said 2nd liquid-crystal layer is a liquid-crystal optical element controlled by orientation state of said 1st liquid-crystal layer.

**【請求項2】**

前記第1の液晶層の配向状態は、前記一対の電極に印加された電圧によって制御される請求項1に記載の液晶光学素子。

**[CLAIM 2]**

Orientation state of said 1st liquid-crystal layer is liquid-crystal optical element of Claim 1 controlled by voltage impressed to said pair of electrodes.

**【請求項3】**

前記一対の電極に電圧が印加されたときに、前記第1の液晶層の液晶分子の配向方向が前記液晶層の面内で変化し、それに応じて前記第2の液晶層の液晶分子の配向方向が前記液晶層の面内で変化する請求項1または2に記載の液晶光学素子。

**[CLAIM 3]**

Liquid-crystal optical element of Claim 1 or 2 in which, when voltage is impressed to said pair of electrodes, the orientation direction of liquid crystal molecule of said 1st liquid-crystal layer varies in surface of said liquid-crystal layer, and according to this, the orientation direction of liquid crystal molecule of said 2nd liquid-crystal layer varies in surface of said liquid-crystal layer.

**【請求項4】**

前記第1の液晶層はカイラルスメクチック相を示す請求項1から3のいずれかに記載の液晶光学素子。

**[CLAIM 4]**

Said 1st liquid-crystal layer is liquid-crystal optical element in any one of Claim 1 to 3 which shows chiral-smectic phase.

**【請求項5】**

前記第1の液晶層は、強誘電

**[CLAIM 5]**

Said 1st liquid-crystal layers are ferroelectric

性、反強誘電性、およびフェリ誘電性のうちの少なくともいずれか一つを示す請求項 1 から 4 のいずれかに記載の液晶光学素子。

and liquid-crystal optical element in any one of Claims 1 to 4 which shows one at least any one in antiferroelectric and ferri- dielectric.

**【請求項 6】**

前記第 2 の液晶層は、負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料を含む請求項 1 から 5 のいずれかに記載の液晶光学素子。

**[CLAIM 6]**

Said 2nd liquid-crystal layer is liquid-crystal optical element in any one of Claim 1 to 5 containing nematic-liquid-crystal material which has negative dielectric anisotropy.

**【請求項 7】**

前記重合性組成物は液晶性を有する請求項 1 から 6 のいずれかに記載の液晶光学素子。

**[CLAIM 7]**

Said polymerizable composition is liquid-crystal optical element in any one of Claim 1 to 6 which has liquid crystallinity.

**【請求項 8】**

前記重合性組成物は、液晶性（メタ）アクリレートを含む請求項 1 から 7 のいずれかに記載の液晶光学素子。

**[CLAIM 8]**

Said polymerizable composition is liquid-crystal optical element in any one of Claim 1 to 7 containing liquid crystallinity (meth)acrylate.

**【請求項 9】**

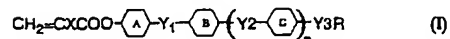
前記液晶性（メタ）アクリレートは一般式

**[CLAIM 9]**

Said liquid crystallinity (meth)acrylate is general formula.

**【式 1】**

**[FORMULA 1]**



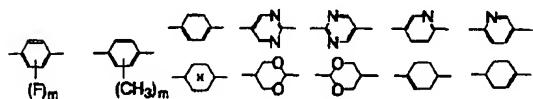
で表され、  
前記一般式（I）において、X

It is expressed with these, in said general formula (I), x is hydrogen atom or methyl group.

は水素原子またはメチル基であ  
り、 $n$  は 0 または 1 の整数であ  
り、六員環 A、B および C はそ  
れぞれ、

【式 2】

**[FORMULA 2]**



(I I)の中から独立して選択されたものであり、前記式(I I)において、 $m$ は1～4の整数であり、

Y 1 及び Y 2 はそれぞれ、単結合、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{CF}=\text{CF}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_4-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ 、および  $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-$  の中から独立して選択されたものであり、Y 3 は単結合、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、または  $-\text{COO}-$  であり、R は水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、アルケニル基、またはアルコキシル基である請求項 8 に記載の液晶光学素子。

It was chosen independently from (II).

In said formula(II), m is integer of 1-4.

Y1 and Y2 are each chosen from single bonds,

$$\begin{aligned} &-\text{CH}_2\text{CH}_2-, -\text{CH}_2\text{O}-, -\text{OCH}_2-, -\text{OCO}-, \\ &-\text{COO}-, -\text{CH}=\text{CH}-, -\text{CF}=\text{CF}-, -(\text{CH}_2)_4-, \\ &-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-, -\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2 \\ &-, -\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{O}-, \text{ and} \\ &-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-. \end{aligned}$$

Y3 is single bond, -O-, -OCO-, or -COO-.

R is liquid-crystal optical element of Claim 8 which is hydrogen atom, halogen atom, cyano group, C1-20 alkyl group, alkenyl group, or alkoxy group.

【請求項 10】

前記一般式 (I) において、

**[CLAIM 10]**

In said general formula (I), said X expresses

前記 X は前記水素原子を表し、前記 n は 0 を表し、前記六員環 A 及び C はそれぞれ、1, 4-フェニレン基、および 1, 4-トランスシクロヘキシル基の中から独立して選択されたものであり、前記 Y 1 は単結合または  $-C \equiv C-$  を表し、前記 Y 3 は単結合を表し、前記 R はハロゲン原子、シアノ基または炭素原子数 1 ~ 20 のアルキル基を表す請求項 9 記載の液晶光学素子。

said hydrogen atom, said n expresses 0, said six membered rings A and C are each chosen independently from 1,4-phenylene group and 1,4-trans cyclohexyl group.

Said Y1 expresses single bond or -CIDENTICAL-TOC-, said Y3 expresses single bond, said R is liquid-crystal optical element of Claim 9 showing halogen atom, cyano group, or C1-C20 alkyl group.

**【請求項 11】**

前記重合性組成物は、エポキシアクリレートを含む請求項 1 から 10 のいずれか記載の液晶光学素子。

**[CLAIM 11]**

Said polymerizable composition is liquid-crystal optical element in any one of Claim 1 to 10 containing epoxy acrylate.

**【請求項 12】**

前記重合性組成物と前記液晶材料との合計に対する前記重合性組成物の濃度が 0.05 ~ 10 重量%の範囲にある請求項 1 から 11 のいずれかに記載の液晶光学素子。

**[CLAIM 12]**

Liquid-crystal optical element in any one of Claims 1-11 in the range of 0.05 to 10 weight% of concentration of said polymerizable composition with respect to sum total of said polymerizable composition and said liquid-crystal material.

**【発明の詳細な説明】**

**[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]**

**【0001】**

**[0001]**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は液晶光学素子に関する

**[TECHNICAL FIELD OF THE INVENTION]**

This invention relates to liquid-crystal optical



る。

element.

【0002】

[0002]

## 【従来の技術】

液晶表示装置は、薄型、軽量、低消費電力というような、CRTに比べて有利な特徴を有しているため、テレビジョンシステムやコンピュータ用の表示装置、あるいは携帯用機器の表示装置などとして広く利用されている。現在利用されている液晶表示装置の多くにはネマチック性を示す液晶材料が用いられている。この液晶表示装置では一般に、ツイスト配向のネマチック液晶分子に基板面の法線方向に電界を印加したときに液晶分子がアウトオブプレーン（液晶層または基板の法線方向）にスイッチングするモードを用いて表示を行っている。

## [PRIOR ART]

Since it has advantageous characteristics compared with CRT, such as thin shape, lightweight, and low power, liquid crystal display is widely utilized as display device for television system or computers, or a display device of portable equipment.

Liquid-crystal material which shows nematic property is used for many of liquid crystal displays utilized now.

In this liquid crystal display, generally, when electrical field is impressed to nematic-liquid-crystal molecule of twist orientation in the direction of normal line of substrate surface, display is performed using mode which liquid crystal molecule switches to out of plane (liquid-crystal layer or the direction of normal line of base plate).

【0003】

[0003]

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記のモードを用いた液晶表示装置は視野角が狭いという欠点を有している。

## [PROBLEM TO BE SOLVED BY THE INVENTION]

However, it has disadvantage that liquid crystal display using the above-mentioned mode has narrow viewing angle.

【0004】

[0004]

特開平6-160878号公報は、ネマチック液晶を面内スイッチングさせて表示を行う液晶

Unexamined-Japanese-Patent No. 6-160878 discloses liquid crystal display which is made to switch nematic liquid crystal in surface, and

Hitachi  
publ.  
1994-06-07

表示装置を開示している。この液晶表示装置では、液晶層を挟む基板の一方の液晶層側表面に金属等からなる複数の電極を配置し、液晶層の面内方向に電界（横電界）を印加することによって、液晶分子を面内スイッチングさせている。この液晶表示装置は視野角を広くすることはできるが、表示領域内に透明でない複数の電極を設ける必要があるので開口率が低くなるという問題がある。

**【0005】**

これに対して強誘電性液晶または反強誘電性液晶などのスメクチック液晶は、液晶層の層面に垂直に電界が印加された場合、液晶分子が液晶層の面内方向にスイッチングする。従って、強誘電性液晶または反強誘電性液晶などのスメクチック液晶を液晶表示装置に用いた場合、上記ネマチック液晶を用いた液晶表示装置に必要とされた横電界を形成するための複数の電極が必要でないため、開口率を低下することなしに視野角を広くすることができる。しかしながら、強誘電性液晶または反強誘電性液晶を液晶層に用いた液晶表示装置では、液晶層に接する表面によって液晶分子の配向状態を

performs display.

In this liquid crystal display, two or more electrodes which become one liquid-crystal layer side surface of base plate which sandwiches liquid-crystal layer from metal etc. are arranged, by impressing electrical field (horizontal electrical field) to surface direction of liquid-crystal layer, liquid crystal molecule is switched in surface.

This liquid crystal display can make viewing angle large.

However, since it is necessary to prepare two or more electrodes which are not transparent in display region, there is problem that opening rate becomes low.

**[0005]**

On the other hand, when electrical field is impressed at right angles to layer surface of liquid-crystal layer, liquid crystal molecule switches smectic liquid crystals, such as ferroelectric liquid crystal or antiferroelectric liquid crystal, to surface direction of liquid-crystal layer.

Therefore, since two or more electrodes for forming horizontal electrical field needed for liquid crystal display using the above-mentioned nematic liquid crystal are not required when smectic liquid crystals, such as ferroelectric liquid crystal or antiferroelectric liquid crystal, are used for liquid crystal display, viewing angle can be made large, without falling opening rate. However, in liquid crystal display which used ferroelectric liquid crystal or antiferroelectric liquid crystal for liquid-crystal layer, since it is necessary to control orientation state of liquid

制御（いわゆる表面安定化）する必要があるために、セル厚を2  $\mu$ m以下程度にする必要があり、製造が困難であるという問題を有していた。

crystal molecule by surface which touches liquid-crystal layer (the so-called surface stabilization), it is necessary to set thickness of cell to about 2 micrometer or less.

It had problem that manufacture was difficult.

**【0006】**

B. Steblerは、WO00/03288において、バルク液晶層の表面に、面内スイッチングする液晶層（動的表面層）を設けることにより、バルク液晶層が面内スイッチングするのを誘起する液晶表示装置を開示している。その実施形態に開示されている面内スイッチングを誘起する動的表面層は、高分子液晶（液晶性の側鎖を有する高分子）から形成されている。この液晶表示装置では、面内スイッチングモードを用いて表示を行うために視野角を広くすることができ、さらに、強誘電性液晶または反強誘電性液晶を液晶層に用いた液晶表示装置に比べて、セル厚を大きくすることができる。しかしながら、動的表面層の液晶材料に高分子液晶を用いているために、材料の選択肢が制限されるという問題があった。

**[0006]**

B. Set Stebler to WO00/03288, liquid crystal display which induces that bulk liquid-crystal layer switches in surface is disclosed by preparing liquid-crystal layer (dynamic surface layer) switched in surface in surface of bulk liquid-crystal layer.

Dynamic surface layer which induces switching within surface currently disclosed by the Embodiment is formed from polymer liquid crystal (giant-molecule which has side-chain of liquid crystallinity).

In this liquid crystal display, in order to perform display using switching mode within surface, viewing angle can be made large.

Furthermore, thickness of cell can be enlarged compared with liquid crystal display which used ferroelectric liquid crystal or antiferroelectric liquid crystal for liquid-crystal layer.

However, since polymer liquid crystal was used for liquid-crystal material of dynamic surface layer, there was problem that alternative of material was limited.

**【0007】**

本発明は上記の課題を解決するためのものであり、視野角および開口率が大きいと共に、材料

**[0007]**

It is for this invention solving the above-mentioned subject.

While viewing angle and opening rate are large,

の選択肢が広く、製造が容易な液晶光学素子を提供することを目的とする。

alternative of material is large and manufacture aims at providing easy liquid-crystal optical element.

【0008】

[0008]

【課題を解決するための手段】

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEM]

本発明の液晶光学素子は、一対の電極と、前記一対の電極の間に配置された液晶層とを有する液晶光学素子であって、前記液晶層は、第1の液晶層と、前記第1の液晶層に対して前記一対の電極の面の法線方向に隣接して配置された第2の液晶層とを有し、前記第1の液晶層は、重合性組成物を重合して生成された高分子および、液晶材料を含み、前記第2の液晶層の配向状態は、前記第1の液晶層の配向状態によって制御され、これにより上記課題が解決される。

Liquid-crystal optical element of this invention is liquid-crystal optical element which has liquid-crystal layer arranged between a pair of electrode and said a pair of electrode, comprised such that said liquid-crystal layer has 2nd liquid-crystal layer arranged to 1st liquid-crystal layer and said 1st liquid-crystal layer adjacent to the direction of normal line of surface of said a pair of electrode.

Orientation state of said 2nd liquid-crystal layer is controlled by orientation state of said 1st liquid-crystal layer including giant-molecule formed by said 1st liquid-crystal layer polymerizing polymerizable composition, and liquid-crystal material, thereby, the above-mentioned subject is solved.

【0009】

[0009]

前記第1の液晶層の配向状態は、前記一対の電極に印加された電圧によって制御され得る。

Orientation state of said 1st liquid-crystal layer may be controlled by voltage impressed to said a pair of electrode.

【0010】

[0010]

前記一対の電極に電圧が印加されたときに、前記第1の液晶層の液晶分子の配向方向が前記液晶層の面内で変化し、それに応じて前記第2の液晶層の液晶分子の配向方向が前記液晶層の面

When voltage is impressed to said a pair of electrode, the orientation direction of liquid crystal molecule of said 1st liquid-crystal layer varies in surface of said liquid-crystal layer, according to it, the orientation direction of liquid crystal molecule of said 2nd liquid-crystal layer

内で変化し得る。

may vary in surface of said liquid-crystal layer.

**【0011】**

前記第1の液晶層はカイラルスメクチック相を示すことが好ましい。

**[0011]**

As for said 1st liquid-crystal layer, it is desirable that chiral-smectic phase is shown.

**【0012】**

前記第1の液晶層は、強誘電性、反強誘電性、およびフェリ誘電性のうちの少なくともいずれか一つを示すことが好ましい。

**[0012]**

As for said 1st liquid-crystal layer, it is desirable that ferroelectric and one at least any one in antiferroelectric and ferri-dielectric are shown.

**【0013】**

前記第2の液晶層は、負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料を含むことが好ましい。

**[0013]**

As for said 2nd liquid-crystal layer, it is desirable that nematic-liquid-crystal material which has negative dielectric anisotropy is included.

**【0014】**

前記重合性組成物は液晶性を有することが好ましい。

**[0014]**

As for said polymerizable composition, it is desirable to have liquid crystallinity.

**【0015】**

前記重合性組成物は、液晶性(メタ)アクリレートを含むことが好ましい。前記液晶性(メタ)アクリレートは例えば一般式

**[0015]**

As for said polymerizable composition, it is desirable that liquid crystallinity (meth)acrylate is included.

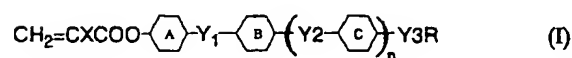
Said liquid crystallinity (meth)acrylate is general formula.

**【0016】**

**[0016]**

**【式3】**

**[FORMULA 3]**



で表され、前記一般式 (I) において、Xは水素原子またはメチル基であり、nは0または1の整数であり、六員環A、BおよびCはそれぞれ、

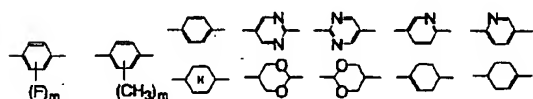
It is expressed with these, in said general formula (I), x is hydrogen atom or methyl group. N is integer of 0 or 1. Six membered rings A, B, and C -- respectively

【0017】

[0017]

【式4】

[FORMULA 4]



(I I)の中から独立して選択されたものであり、前記式 (I I) において、mは1～4の整数であり、Y1及びY2はそれぞれ、単結合、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{CF}=\text{CF}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_4-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ 、および $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-$ の中から独立して選択されたものであり、Y3は単結合、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{OCO}-$ 、または $-\text{COO}-$ であり、Rは水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数1～20のアルキル基、アルケニル基、またはアルコキシル

It is chosen independently from (II). In said formula(II), m is integer of 1-4. Y1 and Y2 are respectively single bond, and  $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ,  $-\text{CH}_2\text{O}-$ ,  $-\text{OCH}_2-$ ,  $-\text{OCO}-$ ,  $-\text{COO}-$ ,  $-\text{CH}=\text{CH}-$ ,  $-\text{CF}=\text{CF}-$ ,  $-(\text{CH}_2)_4-$ ,  $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ ,  $-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ,  $-\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ , and  $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-$ . Y3 is single bond,  $-\text{O}-$ ,  $-\text{OCO}-$ , or  $-\text{COO}-$ . R is hydrogen atom, halogen atom, cyano group, C1-20 alkyl group, alkenyl group, or alkoxyl group.

基である。

**【0018】**

前記一般式 (I) において、前記 X は前記水素原子を表し、前記 n は 0 を表し、前記六員環 A 及び C はそれぞれ、1, 4-フェニレン基、および 1, 4-トランスシクロヘキシル基の中から独立して選択されたものであり、前記 Y1 は単結合または  $C \equiv C$  を表し、前記 Y3 は単結合を表し、前記 R はハロゲン原子、シアノ基または炭素原子数 1 ~ 20 のアルキル基を表すことが好ましい。

**[0018]**

In said general formula (I), said X expresses said hydrogen atom, said n expresses 0, said six membered rings A and C are each chosen individually from 1,4-phenylene group and 1,4-trans cyclohexyl group. Said Y1 expresses single bond or -IDENTICAL-TOC-, said Y3 expresses single bond, as for said R, it is desirable to express halogen atom, cyano group, or C1-C20 alkyl group.

**【0019】**

前記重合性組成物は、エポキシアクリレートを含むことが好ましい。

**[0019]**

As for said polymerizable composition, it is desirable that epoxy acrylate is included.

**【0020】**

**【発明の実施の形態】**

本発明の液晶光学素子は、一対の電極と、この一対の電極の間に配置された液晶層とを有している。液晶層は少なくとも、表面液晶層（第1の液晶層）と、表面液晶層に対して一対の電極の面の法線方向に隣接して配置されたバルク液晶層（第2の液晶層）とを有している。

**[0020]**

**[EMBODIMENT OF THE INVENTION]**

Liquid-crystal optical element of this invention has liquid-crystal layer arranged between a pair of electrode and this pair of electrode. Liquid-crystal layer has at least bulk liquid-crystal layer (2nd liquid-crystal layer) arranged to surface liquid-crystal layer (1st liquid-crystal layer) and surface liquid-crystal layer adjacent to the direction of normal line of surface of a pair of electrode.

**【0021】**

**[0021]**



バルク液晶層は表面液晶層の厚さよりも大きく、バルク液晶層が主として表示に寄与する。この液晶光学素子では、一對の電極に電圧が印加されると、この電圧印加に応答して、表面液晶層の配向状態が変化する。バルク液晶層は表面液晶層に隣接して配置されているので、表面液晶層の配向変化に誘起されてバルク液晶層の配向状態が変化する。すなわち、表面液晶層の配向状態の変化によって、バルク液晶層の配向が制御される。従って、表面液晶層の配向状態を適宜制御することにより、バルク液晶層を所望の配向状態にすることができる。なお、バルク液晶層も電圧に応答しても良いが、第一義的には表面液晶層が電圧に応答することが重要である。

**【0022】**

表面液晶層は液晶層に少なくとも1層設けられていればよいが、バルク液晶層の電極面側表面のいずれにも設けられている方がより好ましい。表面液晶層がバルク液晶層の両面に設けられている場合、バルク液晶層の電極側表面の両方において配向

Bulk liquid-crystal layer is larger than thickness of surface liquid-crystal layer, and bulk liquid-crystal layer contributes it mainly to display.

When voltage is impressed to a pair of electrode in this liquid-crystal optical element, it is in response to this voltage impression, orientation state of surface liquid-crystal layer varies.

Bulk liquid-crystal layer is arranged adjacent to surface liquid-crystal layer.

Therefore, orientation change of surface liquid-crystal layer induces, and orientation state of bulk liquid-crystal layer varies.

That is, orientation of bulk liquid-crystal layer is controlled by change of orientation state of surface liquid-crystal layer.

Therefore, bulk liquid-crystal layer can be changed into desired orientation state by controlling orientation state of surface liquid-crystal layer suitably.

In addition, bulk liquid-crystal layer is also good also in response to voltage.

However, it is important that surface liquid-crystal layer fundamentally responds to voltage.

**[0022]**

Surface liquid-crystal layer should just be prepared in at least one layer of liquid-crystal layers.

However, it is more preferable to be prepared any of electrode surface side surface of bulk liquid-crystal layer.

When surface liquid-crystal layer is prepared on both surfaces of bulk liquid-crystal layer,



状態を制御することができるので、液晶層の液晶分子の応答速度をより大きくすることができるという効果を得ることができる。

**【0023】**

この液晶光学素子では、表面液晶層が、重合性組成物を重合して生成された高分子および、液晶材料を含んでいることを1つの特徴としている。図1は表面液晶層4の模式図である。以下、図1を参照して表面液晶層4を説明する。

**【0024】**

表面液晶層4に含まれる液晶材料には例えば、スメクチック液晶材料、ネマチック液晶材料、またはコレステリック液晶材料を用いることが可能である。特に液晶分子の方位および重心の位置に周期的秩序性があり、かつ液晶分子の長軸方向が液晶層面の法線方向から傾斜しているカイラルスメクチック液晶材料（例えばカイラルスメクチックC液晶材料）を用いることが好ましい。具体的には、強誘電性、反強誘電性、フェリ誘電性を示すスメクチック液晶材料が例示される。例えば強誘電性を示すカイラルスメクチック液晶材料では図1に示すように液晶分子

orientation state can be controlled in both of electrode side surfaces of bulk liquid-crystal layer.

Therefore, effect that response speed of liquid crystal molecule of liquid-crystal layer can be enlarged more can be acquired.

**[0023]**

In this liquid-crystal optical element, surface liquid-crystal layer is characterized by one including giant-molecule formed by polymerizing in polymerizable composition, and liquid-crystal material.

FIG. 1 is model of surface liquid-crystal layer 4. Hereafter, surface liquid-crystal layer 4 is demonstrated with reference to FIG. 1.

**[0024]**

For example, smectic-liquid-crystal material, nematic-liquid-crystal material, or cholesteric-liquid-crystal material can be used for liquid-crystal material contained in surface liquid-crystal layer 4.

There is periodic order property in azimuth of liquid crystal molecule, and position of center of gravity in particular.

And it is desirable that major axis direction of liquid crystal molecule uses chiral-smectic liquid-crystal material (for example, chiral-smectic C liquid-crystal material) which inclines from liquid-crystal layer surface normal line.

Specifically, it illustrates smectic-liquid-crystal material which shows ferroelectric, antiferroelectric, and ferri-dielectric.

For example, as shown in FIG. 1 with



32の長軸方向が液晶層面の法線方向から傾斜している。特に、強誘電相、反強誘電相、またはフェリ誘電相を示す温度領域よりも高い温度領域で、スメクチックA相及び、または(カイラル)ネマチック相を示す液晶材料であることが好ましい。これらの液晶材料は配向制御が行いやすい。

chiral-smectic liquid-crystal material which shows ferroelectricity, major axis direction of liquid crystal molecule 32 inclines from liquid-crystal layer surface normal line.

In particular, it is temperature region higher than temperature region which shows strong dielectric phase, anti-strong dielectric phase, or ferri-dielectric phase, it is preferable that it is liquid-crystal material which shows smectic A phase and (chiral) nematic phase.

Orientation control tends to perform such liquid-crystal material.

#### 【0025】

表面液晶層4は図1に示すように、上記液晶材料からなる液晶層30に高分子鎖35が貫入するように形成されて構成されている。これにより、液晶層30に含まれる液晶分子32の配向が高分子鎖35によって安定化されている。

#### [0025]

It forms and surface liquid-crystal layer 4 is comprised so that polymeric strand 35 may carry out penetrating to liquid-crystal layer 30 which is made up of the above-mentioned liquid-crystal material as shown in FIG. 1.

Thereby, orientation of liquid crystal molecule 32 contained in liquid-crystal layer 30 is stabilized with polymeric strand 35.

#### 【0026】

高分子は、重合性組成物を例えば、光、熱、あるいは光と熱とによって重合することにより生成される。なお、重合反応が速やかに行われるように、重合性組成物に重合開始剤が含まれていることが好ましい。高分子は、架橋構造を有していても良いし、線状構造を有していても良い。

#### [0026]

Giant-molecule is formed by polymerizing polymerizable composition with light, heat, or light and heat.

In addition, it is desirable that polymerization initiator is contained in polymerizable composition so that polymerization reaction may be performed promptly.

Giant-molecule may have crosslinked structure and may have linear structure.

#### 【0027】

#### [0027]

表面液晶層 4 を液晶材料および重合性組成物を重合して生成された高分子を用いて形成することにより、上記公報 WO 00 / 0 3 2 8 8 に開示されているように表面液晶層 4 を高分子液晶で形成する場合に比べて、材料の選択肢が広がる。

By forming surface liquid-crystal layer 4 using giant-molecule formed by polymerizing in liquid-crystal material and polymerizable composition, alternative of material spreads compared with case where surface liquid-crystal layer 4 is formed by polymer liquid crystal as disclosed by above-mentioned gazette WO00/03288.

#### 【 0 0 2 8 】

さらに、表面液晶層 4 を液晶（低分子液晶）および高分子を用いて形成することにより、上記公報 WO 00 / 0 3 2 8 8 の液晶表示素子に比べて、コントラスト比を高くし、バルク液晶層の配向制御をより均一に行うこともできる。これは、高分子液晶と低分子液晶とでは、電圧印加による配向状態の変化に違いがあることによる。以下、より詳細に説明する。

#### [0028]

Furthermore, by forming surface liquid-crystal layer 4 using liquid crystal (low molecular liquid crystal) and giant-molecule, compared with liquid crystal display element of above-mentioned gazette WO00/03288, contrast ratio can be made higher and orientation control of bulk liquid-crystal layer can also be carried out more to homogeneity. This is because difference is in change of orientation state by voltage impression by polymer liquid crystal and low molecular liquid crystal.

*Fördele*

Hereafter, it demonstrates to detail more.

#### 【 0 0 2 9 】

低分子液晶の場合、あるしきい電圧以上の電圧が印加されると殆ど全ての液晶分子の配向状態が変化する。これに対して高分子液晶の場合、しきい電圧以上の電圧が印加されても、剛直な液晶骨格部分が高分子鎖に束縛されているために、液晶骨格部分の配向状態が完全には変化しにくい。従って、高分子液晶からなる液晶層を液晶光学素子に

#### [0029]

In the case of low molecular liquid crystal, impression of voltage more than a certain threshold voltage changes orientation state of almost all liquid crystal molecules.

On the other hand, since rigid liquid-crystal structure part is bound to polymeric strand even if voltage more than threshold voltage is impressed in the case of polymer liquid crystal, orientation state of liquid-crystal structure part cannot vary easily completely.

Therefore, since optical leakage arises from



用いた場合、配向変化を起こしにくい部分から光漏れが生じるために、コントラスト比が低くなる傾向がある。すなわち、高分子液晶は、高分子鎖に束縛されているがゆえに、均一に配向させるのが難しく、コントラスト比が低くなる傾向がある。

part which cannot cause orientation change easily when liquid-crystal layer which is made up of polymer liquid crystal is used for liquid-crystal optical element, there is inclination for contrast ratio to become low.

That is, although polymer liquid crystal is bound to polymeric strand therefore, it is difficult for it to make it orientate uniformly, and there is inclination for contrast ratio to become low.

#### 【0030】

さらに、上記公報WO00/03288に開示されているように、バルク液晶層の配向状態を制御するための動的表面層を高分子液晶から形成した場合、電圧印加によって配向状態の変化を起こしにくい部分が動的表面層自体に存在するため、バルク液晶層の配向状態の制御を完全に行うことが困難になる恐れがある。

#### [0030]

Furthermore, since part which cannot cause change of orientation state easily due to voltage impression exists in dynamic surface layer itself when dynamic surface layer for controlling orientation state of bulk liquid-crystal layer is formed from polymer liquid crystal as disclosed by above-mentioned gazette WO00/03288, there is a possibility that it may become difficult to perform completely control of orientation state of bulk liquid-crystal layer.

#### 【0031】

本実施形態の液晶光学素子は、バルク液晶層の配向状態を制御する表面液晶層が低分子の液晶材料および高分子を含んでいるので、上記公報に開示されている液晶表示素子に比べて、表面液晶層によってバルク液晶層の配向状態がより均一に制御されやすく、また、コントラスト比の低下も抑制される。なお、後述するように、表面液晶層に含める高分子の割合を低分子の液

#### [0031]

Liquid-crystal optical element of this Embodiment contains liquid-crystal material and giant-molecule with low molecular surface liquid-crystal layer which controls orientation state of bulk liquid-crystal layer.

Therefore, compared with liquid crystal display element currently disclosed by the above-mentioned gazette, orientation state of bulk liquid-crystal layer tends to be controlled by surface liquid-crystal layer by homogeneity, and decline of contrast ratio is also inhibited.

In addition, orientation state of bulk liquid-crystal

晶材料に対して小さくすることにより、より効果的にバルク液晶層の配向状態を制御し、コントラスト比の低下を抑制できる。

**【0032】**

さらに、本実施形態の液晶光学素子の表面液晶層は、重合性組成物を重合して生成された高分子、および液晶材料を含んでいるので、重合性組成物の割合や組み合わせを様々に設定することにより、バルク液晶層の配向制御を様々に調整することができる。従って、バルク液晶層の配向制御をより適当に行うことができる。

**【0033】**

重合性組成物は、剛直な液晶骨格と重合性官能基とを1分子内に有する、液晶性を有する化合物を含んでいることが好ましい。この化合物から生成される高分子は液晶骨格34を有するので、液晶分子32の配向を安定化させることができる。

**【0034】**

剛直な液晶骨格34と重合性官能基とを分子内に有する重合性組成物としては液晶性（メタ）アクリレートを用いることが好

layer is more effectively controlled by making small polymeric proportion included in surface liquid-crystal layer to low molecular liquid-crystal material to mention later, decline of contrast ratio can be inhibited.

**[0032]**

Furthermore, surface liquid-crystal layer of liquid-crystal optical element of this Embodiment contains giant-molecule formed by polymerizing in polymerizable composition, and liquid-crystal material.

Therefore, by setting up proportion and combination of polymerizable composition variously, orientation control of bulk liquid-crystal layer can be adjusted variously.

Therefore, orientation control of bulk liquid-crystal layer can be performed more suitably.

**[0033]**

As for polymerizable composition, it is desirable that compound which has rigid liquid-crystal structure and rigid polymerizable functional group in 1 molecule and which has liquid crystallinity is included.

Giant-molecule formed from this compound has liquid-crystal structure 34.

Therefore, orientation of liquid crystal molecule 32 can be stabilized.

**[0034]**

It is desirable to use liquid crystallinity (meth)acrylate as a polymerizable composition which has rigid liquid-crystal structure 34 and rigid polymerizable functional group in the

ましい。この液晶性（メタ）アクリレートの中でも、液晶骨格と重合性官能基との間にメチレン Spacer が存在しない単官能液晶性アクリレート、更に詳しくは 2 つの六員環を有する液晶骨格を部分構造として有する環状アルコール、フェノールまたは芳香族ヒドロキシ化合物のアクリル酸またはメタクリル酸エステルである単官能（メタ）アクリレートが好ましい。上記の単官能（メタ）アクリレートは、（メタ）アクリロイルオキシ基と液晶骨格の間に、アルキレン基またはオキシアルキレン基などの柔軟性の連結基がない。このため、上記の単官能（メタ）アクリレートを重合させて得られる重合体の主鎖には、連結基を介さず直接剛直な液晶骨格が統合し、液晶骨格の熱運動が高分子主鎖により制限され、表面液晶層 4 の液晶分子 32 の配向をより安定化させることができると考えられる。さらに、単官能（メタ）アクリレートは、重合体が三次元架橋構造を形成しにくい。従って、液晶分子 32 を重合体の籠で三次元的に囲い込むような効果による駆動電圧の上昇が抑制されると考えられる。結果として、中間調表示と低電圧駆動との両方に優れた液晶光学素子が得られる。

molecule.

Monofunctional (meth)acrylate which is acrylic acid or methacrylic ester of cyclic alcohol which has monofunctional liquid crystallinity acrylate to which methylene spacer does not exist between liquid-crystal structure and polymerizable functional group, and liquid-crystal structure which has two six membered rings in more detail as partial structure among this liquid crystallinity (meth)acrylate, phenol, or aromatic hydroxy compound is desirable.

The above-mentioned monofunctional (meth)acrylate does not have connection group of flexibilities, such as alkylene group or oxyalkylene group, between (meth)acryloyloxy group and liquid-crystal structure.

For this reason, to principal chain of polymer obtained by making the above-mentioned monofunctional (meth)acrylate polymerize, directly rigid liquid-crystal structure unifies without connection group, thermal motion of liquid-crystal structure is limited by polymeric principal chain, it is thought that orientation of liquid crystal molecule 32 of surface liquid-crystal layer 4 can be stabilized more.

Furthermore, as for monofunctional (meth)acrylate, polymer cannot form three-dimensional crosslinked structure easily.

Therefore, it is thought that raise of driving voltage by effect which encloses liquid crystal molecule 32 three-dimensionally with basket of polymer is inhibited.

As a result, liquid-crystal optical element excellent in both half-tone display and low-voltage actuation is obtained.

**【0035】**

重合性化合物にエポキシアクリレートなどを混合し、高分子鎖に架橋構造を形成してもよい。

エポキシアクリレートは1分子中に光照射により重合するアクリル基と、加熱により重合するカルボニル基および水酸基とを併せ持っている。従って、表面液晶層4を硬化するために光照射または加熱を行った場合、少なくともいずれか一方の官能基が反応するため、未反応部分がなくなる。重合性化合物にエポキシアクリレートなどを混合して、高分子鎖に架橋構造を導入することにより、液晶分子32の配向をより安定にできる。

**【0036】**

重合性組成物と液晶材料との合計に対する重合性組成物の濃度は、0.05～10重量%の範囲にあることが好ましい。重合性組成物の濃度が0.05%よりも低い場合、重合性組成物の液晶骨格34の配向方向と液晶材料の液晶分子32の配向方向のなす平均角度がほぼ同じ方向に安定化することができない場合がある。また、10%よりも多い場合、駆動電圧が増大するおそれがある。

**[0035]**

Epoxy acrylate etc. is mixed to polymerizable compound, it may form crosslinked structure in polymeric strand.

Epoxy acrylate has acryl group which polymerizes by light irradiation in one molecule, and carbonyl group and hydroxyl group which polymerize by heating.

Therefore, unreacted part is lost in order that functional group of at least any one may react, when light irradiation or heating is performed, in order to harden surface liquid-crystal layer 4.

Epoxy acrylate etc. is mixed to polymerizable compound, by introducing crosslinked structure into polymeric strand, orientation of liquid crystal molecule 32 is made more stably.

**[0036]**

As for concentration of polymerizable composition with respect to sum total of polymerizable composition and liquid-crystal material, in the range of 0.05 to 10 weight% is desirable.

When concentration of polymerizable composition is lower than 0.05%, average angle which the orientation direction of liquid-crystal structure 34 of polymerizable composition and the orientation direction of liquid crystal molecule 32 of liquid-crystal material make may be unable to be stable in the nearly identical direction.

Moreover, when more than 10%, there is a risk that driving voltage may increase.

**【0037】**

上記カイラルスメクチックC液晶材料および高分子を含む表面液晶層4では、液晶層4の層面に垂直な方向（図3のZ方向）に電圧が印加されると、液晶分子32が液晶層の面内方向（図3のXY面）にスイッチングする。この表面液晶層4の配向変化により、表面液晶層4に隣接して設けられたバルク液晶層の液晶分子の配向が制御される。

**【0038】**

バルク液晶層はネマチック液晶であることが好ましい。バルク液晶層に強誘電性液晶などを使用した場合、液晶層の厚さを小さくする（例えば2  $\mu$ m以下）必要があるが、ネマチック液晶を用いた場合、液晶層の厚さを大きくすることができるので、製造方法が困難になることがない。さらに、ネマチック液晶は、負の誘電異方性を有していることが好ましい。バルク液晶層が負の誘電異方性を有するネマチック材料を含む場合、印加電圧に応答して面内方向に配向状態が制御され得るが、バルク液晶層が正の誘電異方性を有するネマチック材料を含む場合、印加電圧に応答して面外方向に配向状態が制御され得る。従って、

**[0037]**

In surface liquid-crystal layer 4 containing the above-mentioned chiral-smectic C liquid-crystal material and giant-molecule, if voltage is impressed in the direction (Z direction of FIG. 3) perpendicular to layer surface of liquid-crystal layer 4, liquid crystal molecule 32 will switch to surface direction (XY surface of FIG. 3) of liquid-crystal layer.

Orientation of liquid crystal molecule of bulk liquid-crystal layer provided adjacent to surface liquid-crystal layer 4 is controlled by orientation change of this surface liquid-crystal layer 4.

**[0038]**

As for bulk liquid-crystal layer, it is desirable that it is nematic liquid crystal.

When ferroelectric liquid crystal etc. is used for bulk liquid-crystal layer, there is the need of making thickness of liquid-crystal layer small (for example, 2 micrometer or less).

When nematic liquid crystal is used, thickness of liquid-crystal layer can be enlarged.

Therefore, manufacturing method does not become difficult.

Furthermore, as for nematic liquid crystal, it is desirable to have negative dielectric anisotropy. When bulk liquid-crystal layer contains nematic material which has negative dielectric anisotropy, orientation state may be controlled by surface direction in response to applied voltage.

However, when bulk liquid-crystal layer contains nematic material which has positive dielectric anisotropy, orientation state may be controlled



バルク液晶層が正の誘電異方性を有するネマチック材料を含む場合、表面液晶層 4 の液晶分子 32 の面内スイッチングによって、液晶分子の面内スイッチングが誘起されても、全体として液晶層の面内および面外の両方に配向が制御され得ることになる。従って、バルク液晶層に負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料を用いる方が、正の誘電異方性を有するネマチック液晶材料を用いる場合に比べて、バルク液晶層の液晶分子をより安定して面内スイッチングさせることができる。

**【0039】**

バルク液晶層を面内スイッチングさせて表示を行うことにより、視野角の広い液晶光学素子を提供することができる。また、この液晶光学素子では、表面液晶層 4 によって、バルク液晶層が面内スイッチングするように液晶分子の配向を制御している。従って、バルク液晶層を面内スイッチングさせるためにバルク液晶層の面内方向に電界（横電界）をかける必要がない。従って表示領域内に金属などからなる電極を配置する必要がないため、開口率を低下させるお

in the out-of-plane direction in response to applied voltage.

Therefore, when bulk liquid-crystal layer contains nematic material which has positive dielectric anisotropy, even if switching within surface of liquid crystal molecule 32 of surface liquid-crystal layer 4 induces switching within surface of liquid crystal molecule, orientation may be controlled by it by inside of surface of liquid-crystal layer, and out-of-plane both as a whole.

Therefore, direction which uses nematic-liquid-crystal material which has negative dielectric anisotropy can switch liquid crystal molecule of bulk liquid-crystal layer to bulk liquid-crystal layer in surface with stability compared with case where nematic-liquid-crystal material which has positive dielectric anisotropy is used.

**[0039]**

By switching bulk liquid-crystal layer in surface, and performing display, liquid-crystal optical element with large viewing angle can be provided.

Moreover, at this liquid-crystal optical element, orientation of liquid crystal molecule is controlled by surface liquid-crystal layer 4 so that bulk liquid-crystal layer switches in surface. Therefore, in order to switch bulk liquid-crystal layer in surface, it is not necessary to apply electrical field (horizontal electrical field) to surface direction of bulk liquid-crystal layer.

Therefore, since it is not necessary to arrange electrode which is made up of metal etc. in display region, there is no risk of reducing

それがない。

opening rate.

**【 0 0 4 0 】**

以下に図 2 から図 4 を参照して、実施例を説明する。

**[0040]**

With reference to FIGS. 2-4, Example is demonstrated below.

**【実施例】**

図 2 は、本実施例の液晶光学素子 20 の模式的断面図である。液晶光学素子 20 は、対向する 2 枚の偏光板 6 と、この偏光板 6 の間に配置された液晶セル 22 とを備えている。液晶セル 22 は、対向する 2 枚の透明基板 1 と、この透明基板 1 の間に配置された液晶層 24 とを有しており、2 枚の透明基板 1 の液晶層 24 側表面にはそれぞれ、透明電極 2 および配向膜 3 が設けられている。

**[EXAMPLES]**

FIG. 2 is typical sectional drawing of liquid-crystal optical element 20 of this Example.

Liquid-crystal optical element 20 is equipped with liquid-crystal cell 22 arranged between two opposing polarizing plates 6 and this polarizing plate 6.

Liquid-crystal cell 22 has two opposing transparent base plates 1 and liquid-crystal layer 24 arranged between this transparent base plate 1, transparent electrode 2 and oriented film 3 are respectively provided in liquid-crystal layer 24 side surface of two transparent base plates 1.

**【 0 0 4 1 】**

液晶層 24 は、2 つの表面液晶層 4 と、この表面液晶層 4 に挟まれたバルク液晶層 5 とを有している。表面液晶層 4 およびバルク液晶層 5 は互いに、基板 1 の法線方向に隣接して配置されている。表面液晶層 4 とバルク液晶層 5 とは非相溶である。液晶層 24 において、表面液晶層 4 はバルク液晶層 5 よりも膜厚が小さく、例えば表面液晶層 4 の膜厚は約 100 ～ 200 nm であり、バルク液晶層 5 の膜厚

**[0041]**

Liquid-crystal layer 24 has bulk liquid-crystal layer 5 sandwiched by two surface liquid-crystal layers 4 and this surface liquid-crystal layer 4.

Surface liquid-crystal layer 4 and bulk liquid-crystal layer 5 are mutually arranged adjacent to the direction of normal line of base plate 1.

Surface liquid-crystal layer 4 and bulk liquid-crystal layer 5 are incompatible.

In liquid-crystal layer 24, surface liquid-crystal layer 4 has film thickness smaller than bulk liquid-crystal layer 5, for example, film thickness of surface liquid-crystal layer 4 is about 100 -

OBS!

は例えば約  $1 \sim 10 \mu\text{m}$  である。液晶光学素子 20 では主としてバルク液晶層 5 が表示に寄与する。バルク液晶層 5 には、ネマチック液晶を使用した。

200 nm.  
Film thickness of bulk liquid-crystal layer 5 is about 1 - 10 micrometer.  
In liquid-crystal optical element 20, bulk liquid-crystal layer 5 mainly contributes to display.  
Nematic liquid crystal was used for bulk liquid-crystal layer 5.

【0042】  
以下、表面液晶層 4 を説明する。

[0042]  
Hereafter, surface liquid-crystal layer 4 is demonstrated.

【0043】  
表面液晶層 4 は、液晶材料と、高分子とを含んでいる。

[0043]  
Surface liquid-crystal layer 4 contains liquid-crystal material and giant-molecule.

【0044】  
液晶材料には、強誘電性を示すスメクチック液晶を用いた。

[0044]  
Smectic liquid crystal which shows ferroelectricity was used for liquid-crystal material.

【0045】  
高分子を生成する重合性組成物は、液晶性（メタ）アクリレート、エポキシアクリレートおよび開始剤を含んでいる。まず、液晶性（メタ）アクリレートを説明する。液晶性（メタ）アクリレートは、下記の一般式（I）で表されるものを用いた。

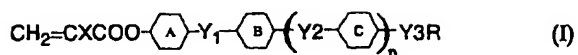
[0045]  
Polymerizable composition which forms giant-molecule contains liquid crystallinity (meth)acrylate, epoxy acrylate, and initiator.  
First, liquid crystallinity (meth)acrylate is demonstrated.  
What is expressed with following general formula (I) is used for liquid crystallinity (meth)acrylate.

【0046】

[0046]

【式 5】

[FORMULA 5]



一般式 (I) において、X は水素原子またはメチル基を表し、  
 n は 0 または 1 の整数を表す。  
 六員環 A、B 及び C はそれぞれ、

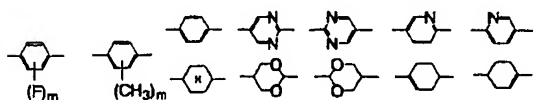
In general formula (I), x expresses hydrogen atom or methyl group, n expresses integer of 0 or 1.  
 Six membered rings A, B, and C -- respectively

【0047】

[0047]

【式6】

[FORMULA 6]



(I I) の中から独立して選択されたものである。化学式 (I I) で、m は 1 ~ 4 の整数である。

It chose [ be / it / in / of (II) / independence ].  
 In Chemical formula (II), m is integer of 1-4.

【0048】

[0048]

さらに上記一般式 (I) において、Y1 及び Y2 はそれぞれ、  
 単結合、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{OC}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{CF}=\text{CF}-$ 、 $-(\text{CH}_2)_4-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ 、および  $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-$  の中から独立して選択されたもの。

Furthermore, in above-mentioned general formula (I), it is chosen from  
 Y1 and Y2 are respectively single bond, and  
 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ,  $-\text{CH}_2\text{O}-$ ,  $-\text{OCH}_2-$ ,  $-\text{OC}-$ ,  $-\text{COO}-$ ,  $-\text{CH}=\text{CH}-$ ,  $-\text{CF}=\text{CF}-$ ,  $-(\text{CH}_2)_4-$ ,  $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ ,  $-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ,  $-\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$ , And  
 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-$

のであり、Y 3は単結合、—O—、—OCO—、または—COO—であり、Rは水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数1～20のアルキル基、アルケニル基、またはアルコキシル基である。

Y3 is single bond, -O-, -OCO-, or -COO-.

R is hydrogen atom, halogen atom, cyano group, C1-20 alkyl group, alkenyl group, or alkoxyl group.

**【0049】**

この一般式 (I) で示される化合物の中でも特に、Xが水素原子であり、nが0、6員環AおよびCがそれぞれ1, 4—フェニレン基、または1, 4—トランスシクロヘキシル基であり、Y 1が単結合または—C≡C—であり、Y 3が単結合であり、Rがハロゲン原子、シアノ基または炭素原子数1～20のアルキル基であることが好ましい。この化合物は、室温近傍で液晶相を示すため、特に好適に利用される。

**[0049]**

X is hydrogen atom in particular among compound shown with this general formula (I).

N is 0 and six-membered rings A and C are each 1,4-phenylene group or 1,4-trans cyclohexyl group.

Y1 is single bond or -C≡C- and Y3 is single bond.

It is desirable that R is halogen atom, cyano group, or C1-C20 alkyl group.

This compound is utilized especially suitably, in order for near the room temperature to show liquid crystal phase.

**【0050】**

重合性組成物に混合するエポキシアクリレートとしては、ビスフェノールA型エポキシアクリレート、ブロム化ビスフェノールA型エポキシアクリレート、またはフェノールノボラック型エポキシアクリレートなどが代表例としてあげられる。

**[0050]**

As an epoxy acrylate mixed to polymerizable composition, it mentions bisphenol A epoxy acrylate, bromination bisphenol A epoxy acrylate, or phenol novolak type epoxy acrylate as a representative example.

*example  
of epoxy  
acrylate*

**【0051】**

重合性組成物と液晶材料との合

**[0051]**

As for concentration of polymerizable

計に対する重合性組成物の濃度は、0.05～10重量%の範囲に設定することが好ましい。これにより、重合性組成物の液晶骨格の配向方向と、強誘電性液晶材料の液晶分子の配向方向とを、ほぼ同じ方向に安定化することができるからである。

composition with respect to sum total of polymerizable composition and liquid-crystal material, it is desirable to set it as 0.05 to 10weight% of range.

Thereby, it is because the orientation direction of liquid-crystal structure of polymerizable composition and the orientation direction of liquid crystal molecule of ferroelectric liquid-crystal material can be stabilized in the nearly identical direction.

#### 【0052】

次に、開始剤を説明する。上述した重合性組成物は、光または熱、または光および熱の組み合わせにより重合され、高分子が生成される。この重合反応が速やかに進行するように、重合開始剤が好適に添加される。

#### [0052]

Next, initiator is demonstrated.

Polymerizable composition mentioned above polymerizes with combination of light, heat or light, and heat, giant-molecule is formed.

Polymerization initiator is suitably added so that this polymerization reaction may advance promptly.

#### 【0053】

重合開始剤としては、メチルエチルケトンパーオキシド、ベンゾイルパーオキシド、キュメンハイドロイドパーオキシド、ターシャリブチルパーオクトエート、ジクミルパーオキシド、ベンゾイルアルキルエーテル系、アセトフェノン系、ベンゾフェノン系、キサントン系、ベンゾインエーテル系、ベンジルケタール系などが挙げられる。例えば市販品としては、ダロキュア1173、1116（メルク社）、イルガキュア184、369、651、907（チバ

#### [0053]

As polymerization initiator, methyl-ethyl-ketone peroxide, benzoyl peroxide, cumene hydroperoxide, tertiary butyl per octoate, dicumyl peroxide, benzoyl alkyl-ether system, acetophenone system, benzophenone system, xanthone system benzoin ether system, benzyl ketal system

For example, as a commercial item, it is desirable to remain as it is or to use Darocurs 1173 and 1116 (Merck company), Irgacures 184, 369, 651, and 907 (Chiba chemical), Kayacure DETX, EPA, ITA (Nippon Kayaku), etc. in mixture as appropriate.

*exempel på initiatör*

ケミカル)、カヤキュアDET  
X, EPA, ITA (日本化薬)  
などをそのまま、あるいは適宜  
混合して用いるのが好ましい。

**【0054】**

重合開始剤の添加量は、重合性  
組成物に対して10重量%以下  
であることが好ましい。10重  
量%より多く添加すると重合開  
始剤が不純物として作用して、  
液晶層の比抵抗が低下するおそ  
れがある。

**【0055】**

なお、表面液晶層4の液晶組成  
物の安定性を向上させるため  
に、さらに、安定剤を添加して  
も良い。安定剤としては例えば、  
ヒドロキノン、ヒドロキノンア  
ルキルエーテル類、第3ブチル  
カテコール類等を用いることが  
できる。またその割合は重合性  
組成物に対して1重量%以下で  
あることが好ましい。1重量%  
より多く添加すると安定剤が不  
純物として作用し、液晶層の比  
抵抗が低下する。

**【0056】**

上述の重合性組成物は、配向膜  
3が形成された基板1上に塗布  
後、光照射によって重合され、  
高分化される。光重合性組成物  
を光照射により高分子化させる  
場合、光の照射量は、使用する

**[0054]**

As for additional amount of polymerization  
initiator, it is desirable that it is 10 weight% or  
less to polymerizable composition.

If it adds a lot of than 10 weight%,  
polymerization initiator will act as an impurity,  
there is a risk that specific resistance of  
liquid-crystal layer may fall.

**[0055]**

In addition, in order to improve the stability of  
liquid-crystal composition of surface  
liquid-crystal layer 4, it may add stabilizer  
further.

As a stabilizer, hydroquinone, hydroquinone  
alkyl ether, and 3rd butylcatechols can be used.  
Moreover, as for the proportion, it is desirable  
that it is 1 weight% or less to polymerizable  
composition.

If it adds a lot of than 1 weight%, stabilizer will  
act as an impurity, specific resistance of  
liquid-crystal layer falls.

**[0056]**

Above-mentioned polymerizable composition  
polymerizes by light irradiation after applying on  
base plate 1 in which oriented film 3 was  
formed, it high-specializes.

When carrying out polymerized of the  
photopolymerisable composition by light

液晶組成物及び光重合開始剤、さらにその濃度に依存するが、50から10000mJ/cm<sup>2</sup>の範囲が好ましい。照射光量が50mJ/cm<sup>2</sup>以下である場合、光重合性組成物が完全に硬化せず、また10000mJ/cm<sup>2</sup>以上である場合液晶組成物が大きく光劣化するためである。

#### 【0057】

表面液晶層4の厚さは、約100から200nm程度であることが好ましい。膜厚を100nmよりも薄くすると、表面液晶層4の液晶分子と基板1とのアンカリング効果により、表面液晶層4の液晶分子が動きにくくなり、スイッチングしにくくなるおそれがある。一方、膜厚を200nmよりも大きくすると、表面液晶層4の液晶分子が基板1に垂直な方向に立ち始め、面内スイッチングされなくなるおそれがある。

#### 【0058】

図3は、液晶光学素子20を模式的に示す斜視図である。上述した表面液晶層4とバルク液晶層5とを有する液晶層24に電圧が印加されると、図3に示すように、表面液晶層4の液晶分子が液晶層の面内（図3のXY

irradiation, it depends for the amount of irradiation of light on liquid-crystal composition to be used and photopolymerization initiator, and pan at the concentration.

However, 50 to 10000mJ/cm<sup>2</sup> range is desirable.

It is for photopolymerisable composition not to harden completely, when irradiation quantities of light is below 50mJ/cm<sup>2</sup>, and for liquid-crystal composition to carry out photodegradation greatly, when it is more than 10000mJ/cm<sup>2</sup>.

#### [0057]

As for thickness of surface liquid-crystal layer 4, it is desirable that it is about 100 to 200 nm.

When film thickness is made thinner than 100 nm, liquid crystal molecule of surface liquid-crystal layer 4 stops moving according to the anchoring effect of liquid crystal molecule of surface liquid-crystal layer 4, and base plate 1.

There is a risk of becoming difficult to switch.

On the other hand, when film thickness is made larger than 200 nm, there is a risk that liquid crystal molecule of surface liquid-crystal layer 4 may not be switched in the direction perpendicular to base plate 1 in surface at the beginning of standing.

#### [0058]

FIG. 3 is perspective diagram showing liquid-crystal optical element 20 typically.

If voltage is impressed to liquid-crystal layer 24 which has surface liquid-crystal layer 4 mentioned above and bulk liquid-crystal layer 5, as shown in FIG. 3, liquid crystal molecule of surface liquid-crystal layer 4 will switch into



面) にスイッチングする。この表面液晶層 5 のスイッチングに応じて、表面液晶層 4 に隣接するバルク液晶層 5 の液晶分子が液晶層の面内 (図 3 の X Y 面) にスイッチングする。液晶光学素子 20 は、この面内スイッチングモードによって表示を行うので、広視野角である。

**【0059】**

以下に、図 2 を参照して液晶光学素子 20 の構成をより詳細に説明する。

**【0060】**

液晶層 24 を挟む透明基板 1 は例えば、ガラス、プラスチック、または金属等から形成される。カラー表示可能な液晶光学素子を得るには例えば、基板 1 にカラーフィルターを形成するか、または、顔料や色素等を基板中に分散することが好ましい。

**【0061】**

基板 1 の液晶層 24 側表面に設けられている透明電極 2 は例えば、インジウム錫酸化物 (ITO) または、ポリピロール等の有機導電性薄膜から形成される。あるいは、使用する基板 1 自身が導電性を有している場合には、基板 1 を電極 2 としても利用することができる。

surface of liquid-crystal layer (XY surface of FIG. 3).

According to switching of this surface liquid-crystal layer 5, liquid crystal molecule of bulk liquid-crystal layer 5 which adjoins surface liquid-crystal layer 4 switches into surface of liquid-crystal layer (XY surface of FIG. 3).

Liquid-crystal optical element 20 performs display with this switching mode within surface. Therefore, it is wide-visual-field angle.

**[0059]**

Below, with reference to FIG. 2, composition of liquid-crystal optical element 20 is demonstrated more at detail.

**[0060]**

Transparent base plate 1 which sandwiches liquid-crystal layer 24 is formed from glass, plastics, or metal.

It is desirable to form color filter in base plate 1, for obtaining liquid-crystal optical element which can carry out color display, or to disperse pigment, pigment, etc. in base plate.

**[0061]**

Transparent electrode 2 prepared in liquid-crystal layer 24 side surface of base plate 1 is formed from organic electroconductive thin films, such as indium-tin oxide (ITO) or polypyrrole.

Or when base-plate 1 self to be used has electroconductivity, base plate 1 can be utilized also as electrode 2.

## 【 0 0 6 2 】

透明電極 2 の液晶層 2 4 側表面にそれぞれ形成されている配向膜 3 は、表面液晶層 4 の液晶分子がホモジニアス配向するように配向処理されたものであることが好ましい。配向膜 3 には例えば、TN 液晶、または STN 液晶を用いた液晶光学素子に一般に用いられるポリイミド等から形成された配向膜が利用される。このポリイミド等から形成される配向膜には例えば、ポリイミド等が溶剤に溶け込んだ可溶性タイプのもの、または、焼成してポリイミド化する焼成タイプのものが使用される。また、液晶分子を十分に配向させるために、ラビング等の配向処理が施されていても良い。あるいは、ポリビニルシンナメート、またはポリイミド薄膜等の有機薄膜に紫外線を照射することにより、液晶を配向処理できる光配向膜を用いてもよい。あるいは、 $\text{SiO}_x$  などを基板の電極 2 表面に斜めから蒸着することにより、配向能が与えられた基板を用いてもよい。

## 【 0 0 6 3 】

2 枚の基板 1 の間隔の設定には、通常の液晶光学素子に用いられるガラスまたは高分子樹脂からなるロッド状、球状、柱状

## [0062]

As for oriented film 3 currently each formed in liquid-crystal layer 24 side surface of transparent electrode 2, it is desirable that orientation processing is carried out so that liquid crystal molecule of surface liquid-crystal layer 4 may carry out homogeneous orientation. Oriented film formed from polyimide generally used for liquid-crystal optical element which used for example, TN liquid crystal or STN LCD is utilized for oriented film 3.

Soluble type thing with which polyimide etc. melted into solvent, or baking type thing baked and polyimide-ized is used for oriented film formed from this polyimide etc.

Moreover, in order to fully orientate liquid crystal molecule, orientation processing of rubbing etc. may be performed.

Or it may use optical oriented film which can carry out orientation processing of the liquid crystal by irradiating ultraviolet rays to organic thin films, such as polyvinyl cinnamate or polyimide thin film.

Or it may use base plate to which orientation ability was given by vapor-depositing  $\text{SiO}_x$  etc. from across on electrode 2 surface of base plate.

## [0063]

The form of a rod which is made up of glass or polymeric resin used for usual liquid-crystal optical element, spherical, and pillar-shaped spacer were used for setup of spacing of two

のスペーサーを使用した。基板 1 の間隔は  $1\ \mu\text{m}$  程度から  $10\ \mu\text{m}$  程度であることが望ましい。基板間隔が  $1\ \mu\text{m}$  より小さい場合、十分な光学的スイッチングが得られなくなるおそれがあり、また  $10\ \mu\text{m}$  より大きいと影響を与える液晶が螺旋構造を形成して十分な面内スイッチングが得られないおそれがある。本実施形態例では、約  $4\ \mu\text{m}$  の球状スペーサを用いた。

**【0064】**

次に、本実施例の液晶光学素子の光透過率の測定結果を説明する。図 4 は、印加電圧および透過率の時間変化を示す。

**【0065】**

時間 0 を境に、液晶層 24 を挟む電極 2 に印加する電圧の極性を変えて液晶光学素子 20 の光透過率を測定した。図 4 より、印加電圧の極性変化に伴って、液晶光学素子 20 の光透過率が変化していることがわかる。印加電圧の極性変化に伴って表面液晶層 4 が面内スイッチングし、この表面液晶層 4 の面内スイッチングを受けてバルク液晶層 5 の液晶分子が面内に配向変化し、光透過率が変化したと考えられる。

base plates 1.

As for spacing of base plate 1, it is desirable that it is about 1 micrometer to about 10 micrometer.

When base-plate spacing is smaller than 1 micrometer, there is a risk that sufficient optical switching may no longer be obtained.

Moreover, when larger than 10 micrometer, there is a risk that affecting liquid crystal may form spiral structure and sufficient switching within surface may not be obtained.

About 4 micrometer spherical spacer was used in this Embodiment.

**[0064]**

Next, measurement result of transmissivity of liquid-crystal optical element of this Example is demonstrated.

FIG. 4 shows time change of applied voltage and transmittance.

**[0065]**

Bordering on time 0, the polarity of voltage impressed to electrode 2 which sandwiches liquid-crystal layer 24 was changed, and transmissivity of liquid-crystal optical element 20 was measured.

FIG. 4 finds that transmissivity of liquid-crystal optical element 20 varies with polar change of applied voltage.

Surface liquid-crystal layer 4 switches in surface with polar change of applied voltage, in response to switching within surface of this surface liquid-crystal layer 4, liquid crystal molecule of bulk liquid-crystal layer 5 carries out orientation change into surface, it is thought that

transmissivity varied.

【 0 0 6 6 】

[0066]

【発明の効果】

視野角および開口率が大きいと共に、材料の選択肢が広く、製造が容易な液晶光学素子を提供することができた。本発明は、文字、図形等を表示する表示装置、入射光の透過量が変化する調光装置、光シャッター等を利用される液晶光学素子に好適に利用可能である。

[ADVANTAGE OF THE INVENTION]

While viewing angle and opening rate were large, liquid-crystal optical element alternative of material is large and manufacture is easy was able to be provided.

This invention can be utilized suitably for liquid-crystal optical element utilized for display device which displays character, figure, etc., modulated-light apparatus from which transparent quantity of incident light varies, optical shutter, etc.

【図面の簡単な説明】

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

【図 1】

本発明の一実施形態の表面液晶層の模式図である。

[FIG. 1]

It is model of surface liquid-crystal layer of one embodiment of this invention.

【図 2】

実施例の液晶光学素子の模式的断面図である。

[FIG. 2]

It is typical sectional drawing of liquid-crystal optical element of Example.

【図 3】

実施例の液晶光学素子の模式的斜視図である。

[FIG. 3]

It is typical perspective diagram of liquid-crystal optical element of Example.

【図 4】

実施例の液晶光学素子の印加電圧と透過率の時間変化を示すグラフである。

[FIG. 4]

It is diagrammatic chart in which time change of applied voltage and transmittance of liquid-crystal optical element of Example is shown.

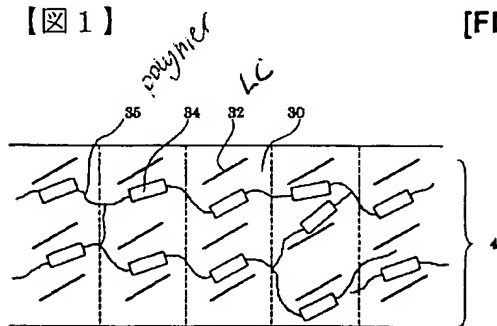
## 【符号の説明】

- 1 基板
- 2 電極
- 3 配向膜
- 4 表面液晶層
- 5 バルク液晶層
- 6 偏光板
- 20 液晶光学素子
- 22 液晶セル
- 24 液晶層
- 30 液晶層
- 32 液晶
- 34 液晶骨格
- 35 高分子鎖

## [DESCRIPTION OF SYMBOLS]

- 1 Base plate
- 2 Electrode
- 3 Oriented film
- 4 Surface liquid-crystal layer
- 5 Bulk liquid-crystal layer
- 6 Polarizing plate
- 20 Liquid-crystal optical element
- 22 Liquid-crystal cell
- 24 Liquid-crystal layer
- 30 Liquid-crystal layer
- 32 Liquid crystal
- 34 Liquid-crystal structure
- 35 Polymeric strand

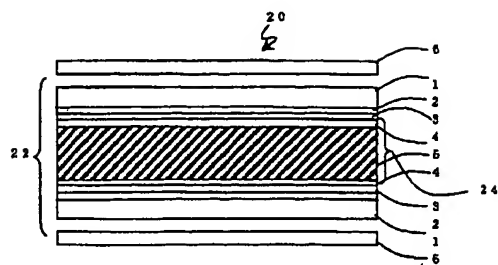
【図 1】



[FIG. 1]

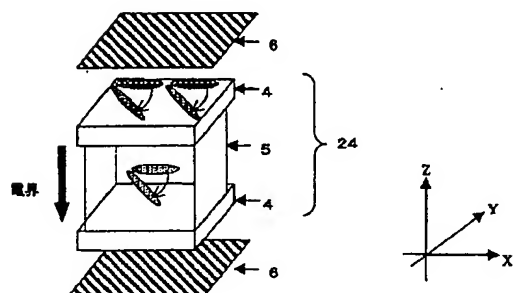
【図 2】

[FIG. 2]



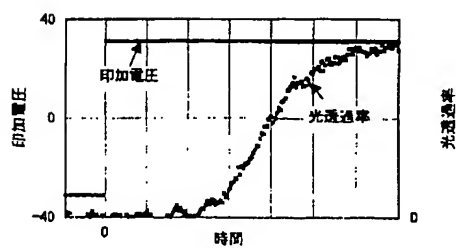
【図 3】

[FIG. 3]



【図 4】

[FIG. 4]



## **DERWENT TERMS AND CONDITIONS**

*Derwent shall not in any circumstances be liable or responsible for the completeness or accuracy of any Derwent translation and will not be liable for any direct, indirect, consequential or economic loss or loss of profit resulting directly or indirectly from the use of any translation by any customer.*

Derwent Information Ltd. is part of The Thomson Corporation

Please visit our home page:

["WWW.DERWENT.CO.UK"](http://WWW.DERWENT.CO.UK) (English)

["WWW.DERWENT.CO.JP"](http://WWW.DERWENT.CO.JP) (Japanese)